

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## **Prioritätsbescheinigung DE 102 59 223.3 über die Einreichung einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 59 223.3

**Anmeldetag:** 17. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Dr. Walter M e h n e r t, 85521 Ottobrunn/DE;  
Dr. Thomas T h e i l, 85258 Weichs/DE.

**Bezeichnung:** Positionsdetektor

**Priorität:** 20. November 2002 DE 102 54 231.7

**IPC:** B 01 B 7/30, G 01 B 7/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der Teile der am 17. Dezember 2002 eingereichten Unterlagen dieser Patentanmeldung unabhängig von gegebenenfalls durch das Kopierverfahren bedingten Farbabweichungen.

München, den 18. Juni 2008  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident

Im Auftrag

5

## Positionsdetektor

- 10 Die Erfindung betrifft einen Positionsdetektor für das Erfassen von translatorischen und/oder rotatorischen Bewegungen unter Verwendung eines ferromagnetischen Elementes.
- 15 Solche ferromagnetischen Elemente sind wie in der US 4,364,013 als so genannte Impulsdraht-Bewegungsmelder oder wie in der DE 41 07 847 C1 oder der DE 28 17 169 C2 als Wiegand-Sensoren bekannt, bei denen ein Impulsdraht aus ferromagnetischem Material von einer Sensor-
- 20 spule umwickelt ist. Die im ferromagnetischen Material zunächst unregelmäßig orientierten magnetischen Bereiche - als magnetische Domänen oder auch als Weißsche Bereiche bezeichnet - richten sich unter dem Einfluss äußerer Kräfte zu einer einzigen Domäne aus. Beim Anle-
- 25 gen eines äußeren Magnetfeldes von bestimmter Richtung und Größe "klappt" diese Domäne "schlagartig" um, was zu einem als Ausgangssignal abnehmbaren Spannungsimpuls in der Sensorspule führt.
- 30 Bei einer bekannten Ausbildung als Drehwinkelsensor, vgl. z. B. EP 0 724 712 B1, werden an solchen mehrfach über den Umfang verteilten Impulsdrähten Schalt- und Rücksetzmagnete vorbeigeführt, so dass die Impulsdrähte

nacheinander von Magnetfeldern umgekehrter Polarität durchsetzt werden. Hierbei erzeugt jeder Impulsdraht durch das Ummagnetisieren aller seiner magnetischen Bereiche in seiner Sensorspule einen Spannungsimpuls von  
5 definierter Länge, Amplitude und Polarität. Diese Spannungsimpulse werden in einer elektronischen Zählschaltung ausgewertet. Über die Rücksetzmagnete werden die magnetischen Bereiche der Impulsdrähte jeweils über das entgegengesetzt gepolte Rücksetzfeld in den Ausgangszu-  
10 stand zurückgebracht, so dass der jeweilige Impulsdraht für eine neue Impulsauslösung bereit ist. Diese Vorgehensweise ist als asymmetrischer Betrieb bekannt. Im symmetrischen Betrieb wird zusätzlich auch bei jedem Rücksetzvorgang ein auswertbarer Impuls erzeugt.

15 Wie in der eingangs genannten EP 0 724 712 B1 ausgeführt, kann mit mindestens zwei solcher über den Umfang in Bewegungsrichtung verteilten Sensoren nicht nur jede volle Umdrehung einer Drehwelle sondern auch deren  
20 Drehrichtung unter Berücksichtigung der charakteristischen Positionsdifferenzen zwischen Setz- und Rücksetzvorgang unter eindeutiger Zuordnung der erzeugten Spannungsimpulse auf die jeweilige Winkellage der Drehwelle geschlossen werden.

25 Wegen der mindestens zwei über den Umfang verteilten Sensoren ist mit einem erheblichen baulichen Aufwand zu rechnen, denn die Impulsdrahtsensoren sind nicht beliebig klein, so dass z. B. Umdrehungszähler mit kleinem  
30 Durchmesser nicht zu realisieren sind. Außerdem sind diese Sensoren relativ teuer.

Es ist ferner bekannt, bei einem solchen Positionsde-  
tektor mit Hilfe eines einzigen Sensors Umdrehung und  
Umdrehungsrichtung einer Welle festzustellen, indem der  
als Wieganddraht ausgebildete Sensor für die bewegungs-  
5 richtungsabhängige Impulserzeugung zur Bewegungsrich-  
tung eines dem Wieganddraht gegenüberliegenden Ab-  
schnitts mit magnetischer Polarität geneigt ist; vgl.  
die genannte DE 28 17 169 C2.

10 Nachteilig bei einer solchen Anordnung ist, dass infol-  
ge der vorgebbaren Polarisierung zwar eine Drehrich-  
tungserkennung erfolgen kann, diese aber auf die durch  
die Polarisierung vorgegebene Drehrichtung, also immer  
nur auf eine einzige Drehrichtung, beschränkt ist.

15

Für das Erfassen beider Drehrichtungen einer Welle sind  
dann ebenfalls mindestens zwei solcher Sensoren mit den  
zugehörigen Auswerteschaltungen nötig. Darüber hinaus  
haftet einer solchen Anordnung unter Umständen der  
20 Nachteil einer sehr geringen Energieausbeute an, da der  
Winkel zwischen Bewegungsrichtung und Ausrichtung der  
Sensoren eine entscheidende Rolle spielt. Ein Arbeiten  
ohne Energiezufuhr von Außen ist daher bei einer sol-  
chen Anordnung schwierig.

25

Hier Abhilfe zu schaffen ist Aufgabe der Erfindung.

Ausgehend von der Tatsache, dass in ferromagnetischen  
Materialien die Wechselwirkung der magnetischen Momente  
30 benachbarter Atome mit unterschiedlicher Magnetisie-  
rungsrichtung sehr stark ist, was zur Ausrichtung der  
Momente in kleinen Raumbereichen, den so genannten  
Weißschen Bezirken, führt, die durch als Blochwände be-

zeichnete Übergangsschichten voneinander getrennt sind,  
ist es nun möglich durch, z. B. mechanische Streckung  
eines ferromagnetischen Drahtes, eine einzige Domäne  
einheitlicher Magnetisierungsrichtung dauerhaft auszu-  
5 bilden. Wird eine solche Domäne in ein äußeres magneti-  
sches Feld bestimmter Größe und Richtung gebracht, dann  
klappt diese Domäne nicht als Ganzes um, sondern ihre  
Elementarmagnete klappen von einer bestimmten Ausgangs-  
position aus - vorzugsweise einem Drahtende - dominoar-  
10 tig in Richtung des äußeren Magnetfeldes. Dies führt zu  
einer Umklappwelle endlicher Geschwindigkeit in dem  
ferromagnetischen Element, die aber groß gegenüber der  
Geschwindigkeit des erregenden Magneten ist, so dass  
von einem "schlagartigen Umklappen" dieser Domäne ge-  
15 sprochen werden darf.

Unter Ausnutzung der vorstehend geschilderten physika-  
lischen Zusammenhänge ist die eingangs genannte Aufgabe  
für einen mindestens einen Erregermagneten aufweisenden  
20 Positionsdetektor der hier in Frage stehenden Art er-  
findungsgemäß gelöst mit einem einzigen ferromagneti-  
schen Element mit mindestens einer Induktionsspule und  
mit mindestens einem zusätzlichen Sensorelement zur Er-  
mittlung von Informationen über die Polarität und die  
25 Position des Erregermagneten, wobei diese zum Zeitpunkt  
der Auslösung des einen ferromagnetischen Elementes als  
vollständige Informationen zur Bestimmung der Bewe-  
gungsrichtung des Erregermagneten zur Verfügung stehen.

30 Der Effekt der über das ferromagnetische Element lau-  
fenden Blochwand wird bei einer besonders einfachen Va-  
riante der Erfindung in der Weise benutzt, dass die Er-  
mittlung der Position des Erregermagneten mittels Be-

stimmung der Auslöserichtung der von beiden Stirnseiten aus initiierbaren Ummagnetisierung des ferromagnetischen Elementes erfolgt.

- 5 Die Auslöserichtung der Ummagnetisierung darf hierbei aber nicht verwechselt werden mit der Richtung der Ummagnetisierung selbst, die dadurch beschrieben wird, von welchem Magnetpol zu welchem Magnetpol die Weißschen Bezirke "umklappen". Die Richtung der Ummagnetisierung führt im vorliegenden Falle zur Polarität des  
10 auslösenden Poles des Erregermagneten.

- Die kinetische Energie der in Form einer fortlaufenden Welle in Richtung des äußeren Feldes umklappenden Elementarmagnete ist groß genug, um aus der dem ferromagnetischen Element zugeordneten Spule nicht nur elektrische Energie für einen Signalimpuls, sondern auch für  
15 eine Zählelektronik und eine Hall-Sonde zu entnehmen.

- 20 Ist die aktuelle Position und Polarität des Erregermagneten EM gegeben und setzt man diese in Relation zu seiner letzten abgespeicherten Position und Polarität, dann besitzt man vollständige Informationen zur Ermittlung der Bewegungsrichtung des Erregermagneten EM und  
25 der mit diesem fest verbundenen Drehwelle.

Zum besseren Verständnis der Erfindung sei nachfolgend diese am Beispiel eines Umdrehungszählers erläutert.

- 30 Im allgemeinen Fall, der gekennzeichnet ist durch einen Erregermagneten und der Auflösung von  $\frac{1}{2}$  Umdrehung, ist das Umdrehungszählersystem durch vier kombinierbare Erregermagnetgrundzustände in Verbindung mit seinen letz-

ten abgespeicherten Daten vollständig beschrieben, nämlich

- 5 Z1.) Nordpol rechts von der Bezugslinie
- Z2.) Nordpol links von der Bezugslinie
- Z3.) Südpol rechts von der Bezugslinie
- Z4.) Südpol links von der Bezugslinie

10 Bei der erfindungsgemäßen Verwendung von nur einem Impulsdraht und einer Induktionsspule führen diese vier Zustände je nach Verwendung der Auslöserichtung der Ummagnetisierung zu drei Zweiergruppen von kombinierten Zuständen:

- 15 1.) Gruppe: Beide Auslöserichtungen der Ummagnetisierung sind definiert; siehe Fig. 1, 2 und 3.

- 20 a.) Nordpol rechts oder Südpol links von der Bezugslinie L (Z1 oder Z4)
- b.) Nordpol links oder Südpol rechts von der Bezugslinie L (Z2 oder Z3)

25 Hier ist die Position des Erregermagneten EM durch die Messung der Auslöserichtung der Ummagnetisierung mittels des zusätzlichen Sensorelementes, z. B. einer zweiten Induktionsspule oder einer Hall-Sonde, bestimmbar. Mit einer zweiten Spule SP2 über dem ferromagnetischen Element FE erfolgt dies direkt, durch eine Hall-Sonde HS indirekt. Bei der Verwendung einer Hall-Sonde  
30 HS spielt dabei nicht die von dieser erkannte Polarität des Erregermagneten EM eine Rolle, sondern lediglich die Tatsache, ob sie angeregt wird oder nicht. Die Po-

larität des Erregermagneten EM kann dann immer durch Messen der Ummagnetisierungsrichtung mittels der Induktionsspule SP1 oder SP des ferromagnetischen Elementes FE aus der Polarität der Spannungsimpulse bestimmt werden.

2.) Gruppe      Nur eine Auslöserichtung der Ummagnetisierung ist definiert; siehe Fig. 4.

- 10      a.)    Nordpol rechts oder Nordpol links der Bezugs-  
              linie L (Z1 oder Z2)
- b.)    Südpol rechts oder Südpol links der Bezugsli-  
              nie L (Z3 oder Z4)

15      In diesem Fall ist die Position des Erregermagneten EM  
immer direkt durch die Hall-Sonde gegeben, indem diese  
angeregt wird oder nicht. Die Polarität des Erregermag-  
neten EM kann unabhängig davon mittels der Induktions-  
spule SP durch Messung der Ummagnetisierungsrichtung  
20      bestimmt werden.

3.) Gruppe      Auslöserichtung der Ummagnetisierung ist  
nicht definiert; siehe Fig. 5.

- 25      a.)    Nordpol rechts von der Bezugslinie L oben  
              oder Südpol rechts von der Bezugslinie L un-  
              ten (Z1 oder Z2)
- b.)    Nordpol rechts von der Bezugslinie L unten  
              oder Südpol rechts von der Bezugslinie L oben  
30      (Z4 oder Z3)

Je nach Anordnung der Hall-Sonde HS rechts (wie in Fig.  
5 eingezeichnet) oder links werden die entsprechenden



Polaritäten gewertet. Die Polarität des Erregermagneten EM ist hier unmittelbar durch die Hall-Sonde HS gegeben. Die Bestimmung der Position des Erregermagneten EM (Nordpol bzw. Südpol oben oder unten) erfolgt nunmehr  
5 indirekt durch Messung der Ummagnetisierungsrichtung.

Alle Lösungen sind mathematisch äquivalent und technologisch gleichwertig.

- 10 Durch die vorstehend erläuterten erfinderischen Maßnahmen ist ein Positionsdetektor mit denkbar einfachstem mechanischem Aufbau realisierbar, der auch bei Geschwindigkeiten gegen Null und Ausfall der regulären Stromversorgung mit nur einem einzigen ferromagnetischen Element in beiden Bewegungsrichtungen des Erregermagneten einwandfrei arbeitet. Beachtenswert ist hierbei, dass zum Zeitpunkt  $T_s$  der Auslösung des ferromagnetischen Elementes FE die vollständigen Informationen zur Ermittlung der Polarität und Bewegungsrichtung  
15 des Erregermagneten EM zur Verfügung stehen, also neben den abgespeicherten Informationen alle notwendigen Signale an den Ausgangsklemmen der betreffenden Induktionsspulen und/oder der Hall-Sonde. Diese Tatsache als Forderung erzwingt, dass das ferromagnetische Element  
20 FE, die Hall-Sonde HS und der Erregermagnet EM bzw. die Erregermagnete in einer ganz bestimmten räumlichen Konstellation zueinander stehen müssen, z. B. an einem Ort.  
25
- 30 Die optimal vereinfachte Gestaltung des Positionsdetektors ermöglicht es auch, den Ausgangssignalen der Senserspule SP bzw. -spulen SP1; SP2 gleichzeitig die

Energie für die Auswerteelektronik zu entnehmen, welche zumindest eine Zählvorrichtung, einen nichtflüchtigen Speicher und einen Kondensator umfasst.

- 5 Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von fünf in der Zeichnung mehr oder minder schematisch dargestellter  
10 Ausführungsbeispiele beschrieben.

Es zeigen:

15 Fig. 1 den schematischen Aufbau eines Positionsdetektors gemäß der Erfindung mit einem ferromagnetischen Element, zwei zugeordneten Induktionsspulen und zwei ferromagnetischen Flussleitstücken,

20 Fig. 2 den schematischen Aufbau eines Positionsdetektors gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem ferromagnetischen Element mit einer Induktionsspule, einer Hall-Sonde und zwei ferromagnetischen Flussleitstücken,  
25

Fig. 3 den schematischen Aufbau eines Positionsdetektors gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem ferromagnetischen Element, mit einer Induktionsspule, einer Hall-Sonde, mehreren Erregermagneten und  
30 zwei ferromagnetischen Flussleitstücken,

Fig. 4 den schematischen Aufbau eines Positionsdetektors gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem ferromagnetischen Element, mit einer Induktionsspule und einer Hall-Sonde,

5

Fig. 5 den schematischen Aufbau eines Positionsdetektors gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einem ferromagnetischen Element, mit einer Induktionsspule, einer Hall-Sonde und zwei über 180° angeordneten ferromagnetischen Flussleitstücken, und

10

Fig. 6 ein Blockschaltbild einer für die Ausführungsformen gemäß Fig. 1 bis 5 geeigneten Auswerteelektronik.

15

Bei der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform eines Positionsdetektors ist der sich bewegende Körper eine Welle 10, die sich in Richtung der Pfeile R1 und R2, also im Uhrzeiger- oder im Gegenuhrzeigersinn, drehen kann. Um die Drehungen der Welle 10 zählen zu können, ist dieser ein einen Nordpol N und einen Südpol S aufweisender Erregermagnet EM zugeordnet. Über die ferromagnetischen Flussleitstücke FL1 und FL2, deren Enden 14 und 15 auf dem vom Erregermagneten EM beschriebenen Kreisbogen liegen und deren Enden 16 (Position links von der Bezugslinie L am FE) und 17 (Position rechts von der Bezugslinie L am FE) den Stirnseiten eines ferromagnetischen Elements FE zugewandt sind, kann das ferromagnetische Element FE durch das vom Erregermagneten EM erzeugte magnetische Feld beeinflusst werden.

20

25

30

Das parallel zur Bewegungsrichtung des Erregermagneten ausgerichtete ferromagnetische Element FE ist von zwei Sensorspulen SP1 und SP2 umgeben, an deren Ausgangsklemmen 22 und 23 die beim Passieren des Erregermagneten EM infolge Ummagnetisierung des ferromagnetischen Elementes FE erzeugten Spannungsimpulse entsprechender Polarität abnehmbar sind. Als zusätzliches Sensorelement zur Ermittlung der Auslöserichtung der Ummagnetisierung dient hier die zweite Induktionsspule SP2. Aus dem zeitlichen Versatz der Spannungsmaxima der beiden Spulen ist die Auslöserichtung der Ummagnetisierung und damit die Position des Erregermagneten EM gegeben. Streng genommen braucht dabei nur die Spule mit logisch "1" ausgewertet werden, die als erstes ihr Spannungsmaxima erreicht. Die andere Spule hat zu diesem Zeitpunkt ihr Maxima noch nicht erreicht und wird daher mit logisch "0" bewertet. Als ferromagnetisches Element dient hier ein Impulsdraht.

In der Ausführungsform nach Fig. 2 tragen einander entsprechende Elemente gleiche Bezugsziffern wie bei der Ausführungsform nach Fig. 1.

Unterschiedlich zu Fig. 1 ist jedoch, dass dem ferromagnetischen Element FE lediglich eine Sensorspule SP zugeordnet ist. Zwecks Feststellung der Position des Erregermagneten bei der Passage des ferromagnetischen Elementes ist hier als zusätzliches Sensorelement eine Hall-Sonde HS vorgesehen, an deren Ausgang 24 entweder ein Signal abnehmbar ist oder nicht. Die Polarität wird hier wie bei Fig. 1 durch die Spule SP des ferromagnetischen Elementes FE bestimmt. Die von der Hall-Sonde HS festgestellte Polarität ist für die Auswertung ohne

Belang, kann jedoch als redundante Information für eine Funktionsüberwachung verwendet werden.

Die zum Zeitpunkt  $T_s$  zur Verfügung stehenden vollständigen Informationen zur Ermittlung der Polarität und Bewegungsrichtung des Erregermagneten bestehen daher aus den Daten im nichtflüchtigen Speicher mit den Signalen an den Ausgangsklemmen der Induktionsspulen oder mit den Signalen an den Ausgangsklemmen der Induktionsspule und den Ausgangsklemmen der Hall-Sonde.

Die Ausführungsform des Positionsdetektors nach Fig. 3 weist die zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen entsprechenden Elemente auf, jedoch sind der Welle 10 zur Erhöhung der Auflösung vier rechtwinklig zueinander angeordnete Erregermagnete EM1 bis EM4 zugeordnet, und zwar mit wechselnder Polarität. Auf diese Weise wird beim Drehen der Welle 10 den Stirnseiten des ferromagnetischen Elementes FE über die Flussleitstücke FL1 und FL2 wechselweise ein Nord- bzw. ein Südpol gegenüberstehen. Die notwendige Hall-Sonde zur Bestimmung der Position des Erregermagneten ist hier den abgewandten Enden der Erregermagnete EM1 bis EM4 zugeordnet.

Die Ausführungsform des Positionsdetektors nach Fig. 4 weist die zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen entsprechenden Elemente auf, jedoch sind hier keine Flussleitstücke vorhanden. Bei dieser Variante wird vor allem von der Tatsache Gebrauch gemacht, dass das ferromagnetische Element FE bereits ausgelöst wird, bevor der Erregermagnet EM in einer Linie mit dem ferromagnetischen Element FE steht. Der Sichtbereich der für die Positionsbestimmung des Erregermagneten EM not-

wendigen Hall-Sonde HS ist so abgestimmt, dass er etwa bis zur Bezugslinie L reicht.

Die Ausführungsform des Positionsdetektors nach Fig. 5 weist ebenfalls die zu den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen entsprechenden Elemente auf, jedoch sind hier die dem Erregermagneten gegenüberstehenden Enden der Flussleitstücke FL1 und FL2 über 180° angeordnet. Die für die Ermittlung der Polarität des Erregermagneten als zusätzliches Sensorelement notwendige Hall-Sonde ist hier rechtwinklig zur Bezugslinie L durch den Drehpunkt der Welle 10 so angeordnet, dass sie die entsprechenden Pole des Erregermagneten EM noch sieht, wenn das ferromagnetische Element auslöst wird. Dies erfolgt immer in einem bestimmten Winkel  $\alpha$  vor dem Eintauchen in die Flussleitstücke. Die Position des Erregermagneten EM wird mittels der Spule des ferromagnetischen Elementes FE durch Messen der Ummagnetisierungsrichtung bestimmt. Die vorliegende Variante nach Fig. 5 kommt mit dem kleinstmöglichen Erregermagneten EM aus, insbesondere wenn die vorgesehenen Flussleitstücke auch zur Flussbündelung in Form einer magnetischen Linse eingesetzt werden. Den Positionsdetektoren gemäß Fig. 1 bis 5 ist jeweils eine insgesamt mit der Bezugsziffer 30 bezeichnete, in Fig. 6 als Blockschaltbild dargestellte, Auswerteelektronik zugeordnet, deren Eingangsklemmen 32 bzw. 33 mit den Sensorspulen SP1 und SP2 bzw. mit SP und mit der Hall-Sonde HS verbunden sind. Den Eingangsklemmen ist jeweils eine Erkennungslogik 34 und 35 nachgeschaltet. Dem Eingang 32 ist über einen Gleichrichter D zusätzlich ein Kondensator C für die Energieversorgung zuge-

schaltet. Die Signale aus den Erkennungslogiken 34 und 35 werden in einem Zähler 38 ausgewertet, dem ein nichtflüchtiger Speicher 36 zugeordnet ist. Dabei wird unter Einbeziehung der in den eingespeicherten Daten  
5 enthaltenen Vorgeschichte und der von den Erkennungslogiken 34 und 35 gelieferten Informationen über die aktuelle Position und Polarität des Erregermagneten ein neuer Zählerstand gewonnen, der dann in den nichtflüchtigen Speicher, der im allgemeinen ein FRAM darstellt,  
10 übertragen wird.

Die Energieversorgung für die Auswerteelektronik erfolgt in der Regel aus den Signalen der Induktionsspulen SP, SP1 und SP2. Wenn nur eine Induktionsspule SP  
15 verwendet wird, dann erfolgt die Energieversorgung der Hall-Sonde ebenfalls durch diese Spule.

Die Leitungsverbindung 41 ist Teil der Spannungsversorgung der vorstehend beschriebenen Auswerteelektronik.  
20 Über die Abgriffe 39 und eine Schnittstelle 40 können die Daten abgenommen werden. Eine Leitung 42 dient - falls vorgesehen - der Energieversorgung von außen, insbesondere dann, wenn zusätzlich zum FRAM ein EEPROM zur Anwendung gelangt. Ein solches EEPROM versetzt die  
25 Auswerteelektronik in den meisten Fällen in die Lage, bis zu höchsten Temperaturen zu arbeiten, weil dann z. B. auch wichtige Konfigurationsdaten in einem FRAM schon nach kurzer Zeit verloren gehen würden.

30 Allen vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen gemeinsam ist, dass Drehung und/oder Drehrichtung der Welle 10 exakt erfassbar sind mit Hilfe eines einzigen ferromagnetischen Elementes, z. B. eines Impulsdrahtes,

der auch genügend Energie sowohl für die Versorgung einer Auswerteelektronik als auch für eine Hall-Sonde als zusätzliches Sensorelement zur Verfügung stellt. Bei der erfindungsgemäßen Anordnung des Impulsdrahtes in  
5 der einfachsten Variante, wo beide Enden des Impulsdrahtes messtechnisch gleichwertig sind, sind sowohl die Information über die Position als auch über die Polarität des auslösenden Erregermagneten in den erzeugten Spannungsimpulsen enthalten.

10

Wesentlich ist auch hier, dass die Informationen über die Auslöserichtung der Ummagnetisierung des ferromagnetischen Elementes, des auslösenden Poles des Erregermagneten EM und dessen gespeicherte letzte Polarität  
15 und Position in Bezug auf die sich drehende Welle zum Zeitpunkt  $T_s$  der Auslösung des ferromagnetischen Elementes, also gleichzeitig im Rahmen der Ansprechzeiten der verwendeten Elemente, verfügbar sind.

20

Der Kondensator C in der Auswerteelektronik ist vorgesehen für die Speicherung der aus dem Signalimpuls gewonnenen Versorgungsenergie zumindest solange, bis die Auswertung des Signals und der Abspeichervorgang des Zählerwertes in den nichtflüchtigen Speicher abgeschlossen ist.  
25

Als ferromagnetische Elemente können anstelle von Impulsdrahten oder Wieganddrahten auch andere Elemente verwendet werden, wenn die Bedingungen für das "schlagartige Umklappen" der Weißschen Bezirke gegeben sind.  
30

Um Missverständnisse zu vermeiden sei darauf hingewiesen, dass das ferromagnetische Element FE dadurch cha-



rakterisiert ist, dass es - unter Vernachlässigung von Streufeldern - nur einen magnetischen Eingang und einen magnetischen Ausgang hat. Damit ist zwar denkbar, dass es zwischen Eingang und Ausgang beliebig <sup>parallel od. senkrecht</sup> unterbrochen sein kann, doch wird der erfinderische Gedanke eines  
5 einzigen Elementes dadurch nicht verlassen.

Für die Bestimmung der Polarität oder Position des Erregermagneten können anstelle von Hall-Sensoren auch  
10 andere Sensoren wie z. B. Feldplatten eingesetzt werden. Ferner ist es möglich, den Erregermagneten so zu präparieren, dass seine Position und/oder Polarität anstelle durch die Hall-Sonde mit Hilfe einer kapazitiven Messung bestimmt werden kann. Darüber hinaus ist der  
15 Einsatz des vorstehend beschriebenen Positionsdetektors in Verbindung mit einem Feindrehwinkelsensor in der Form eines so genannten Multiturns möglich, wie dies z. B. in der EP 0 658 745 beschrieben und dargestellt ist. In diesem Falle entspricht die Bezugslinie L dem  
20 Nullpunkt des eingesetzten Feindrehwinkelsensors.

5

# Bezugszeichenliste

10	10	Welle
	14	Ende
	15	Ende
	16	Ende
	17	Ende
15	22	Ausgangsklemme
	23	Ausgangsklemme
	24	Ausgangsklemme
	30	Auswerteelektronik
	32	Eingangsklemme
20	33	Eingangsklemme
	34	Erkennungslogik
	35	Erkennungslogik
	36	nichtflüchtiger Speicher
	38	Zähler
25	39	Abgriffe
	40	Schnittstelle
	41	Leistungsverbindung
	42	Leitung
	$\alpha$	Auslöswinkel
30	C	Kondensator
	D	Gleichrichter
	EM	Erregermagnet
	EM1	Erregermagnet

	EM2	Erregermagnet
	EM3	Erregermagnet
	EM4	Erregermagnet
	FE	ferromagnetisches Element
5	FL1	Flussleitstück
	FL2	Flussleitstück
	HS	Hallsonde
	L	Bezugslinie
	N	Nordpol
10	R1	Pfeil
	R2	Pfeil
	S	Südpol
	SP	Sensorspule
	SP1	Sensorspule
15	SP2	Sensorspule
	SE	Zusätzliches Sensorelement
	Ts	Zeitpunkt der Auslösung des ferromagnetischen Elementes FE
	Z1	Erregermagnetgrundzustand
20	Z2	Erregermagnetgrundzustand
	Z3	Erregermagnetgrundzustand
	Z4	Erregermagnetgrundzustand

5

## Patentansprüche

- 10 1. Positionsdetektor für das Erfassen von translato-  
rischen und/oder rotatorischen Bewegungen mit min-  
destens einem einzigen Erregermagneten (EM), nur  
einem ferromagnetischen Element (FE) mit mindes-  
tens einer Induktionsspule (SP oder SP1) und mit  
15 mindestens einem zusätzlichen Sensorelement (SE)  
zur Ermittlung von Informationen über die Polari-  
tät und die Position des Erregermagneten (EM), wo-  
bei diese zum Zeitpunkt (Ts) der Auslösung des ei-  
nen ferromagnetischen Elements (FE) als vollstän-  
20 dige Informationen zur Bestimmung der Bewegungs-  
richtung des Erregermagneten (EM) zur Verfügung  
stehen.
- 25 2. Positionsdetektor nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-  
zeichnet**, dass das ferromagnetische Element (FE)  
ein Impulsdraht ist.
- 30 3. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 und 2, **da-  
durch gekennzeichnet**, dass die Induktionsspule (SP  
oder SP1) zur Messung der Ummagnetisierungsrich-  
tung und im Zusammenhang mit dem zusätzlichen Sen-  
sorelement (SE) zur Ermittlung der Auslöserichtung

der Ummagnetisierung des ferromagnetischen Elementes (FE) dient.

4. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zusätzliche Sensorelement (SE) eine zweite Induktionsspule (SP2) über dem ferromagnetischen Element (FE) ist und zur Ermittlung der Auslöserichtung der Ummagnetisierung des ferromagnetischen Elementes (FE) dient.

5. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zusätzliche Sensorelement (SE) eine Hall-Sonde (HS) zur Messung der Polarität oder Ermittlung der Position des Erregermagneten (EM) ist.

6. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Zeitpunkt (Ts) zur Verfügung stehenden vollständigen Informationen zur Ermittlung der Polarität und Bewegungsrichtung des Erregermagneten (EM) aus den Daten im nichtflüchtigen Speicher mit den Signalen an den Ausgangsklemmen (22, 23) der Induktionsspulen (SP1, SP2) oder mit den Signalen an den Ausgangsklemmen (22) der Induktionsspule (SP) und den Ausgangsklemmen (24) der Hall-Sonde (HS) bestehen.

7. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Achse des ferromagnetischen Elementes (FE) parallel zur Bewegungsrichtung des Erregermagneten (EM) ausgerichtet ist.

8. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem ferromagnetischen Element (FE) mindestens ein ferromagnetisches Flussleitstück (FL1 und/oder FL2) zur Flussführung und/oder Flussbündelung zugeordnet ist.
9. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass den Signalen der Induktionsspulen (SP, SP1, SP2) zur Positions- und/oder Polaritätserkennung die Energieversorgung für die Auswerteelektronik (30) entnehmbar ist.
10. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Auswerteelektronik (30) zumindest eine Zählvorrichtung (38), einen nichtflüchtigen Speicher (36) und einen Kondensator (C) umfasst.
11. Positionsdetektor nach den Ansprüchen 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der nichtflüchtige Speicher (36) ein FRAM und/oder ein EEPROM ist.

5

## Zusammenfassung

10      Positionsdetektor in der einfachsten Ausführungsform  
mit zwei Induktionsspulen aber mit nur einem einzigen  
Impulsdraht, wobei aus der Auslöserichtung der Ummagne-  
15      tisierung und der Ummagnetisierungsrichtung des Impuls-  
drahtes zusammen mit der letzten festgestellten und ab-  
gespeicherten Position und Polarität alle z. B. für ei-  
ne Zählung notwendigen Informationen gleichzeitig  
vorhanden sind. Ein solcher Positionsdetektor arbeitet  
bei Verwendung von Speicherelementen mit geringem  
Energiebedarf, wie z. B. FRAM's, auch ohne  
20      Fremdenergie. Um ihn auch bei hohen Temperaturen  
verwenden zu können, kann er überdies auch mit einem  
EEPROM ausgestattet werden.

25      (Fig. 1)

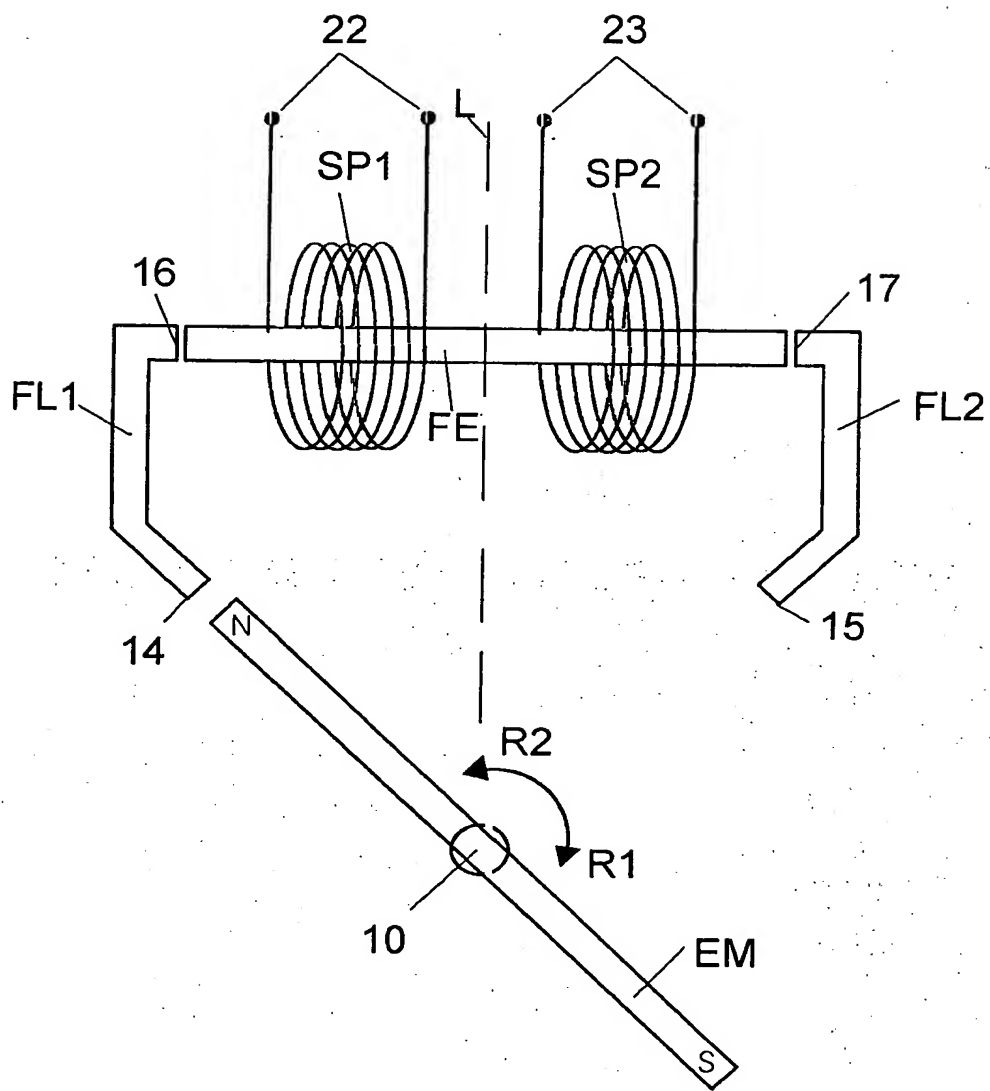




Fig 1

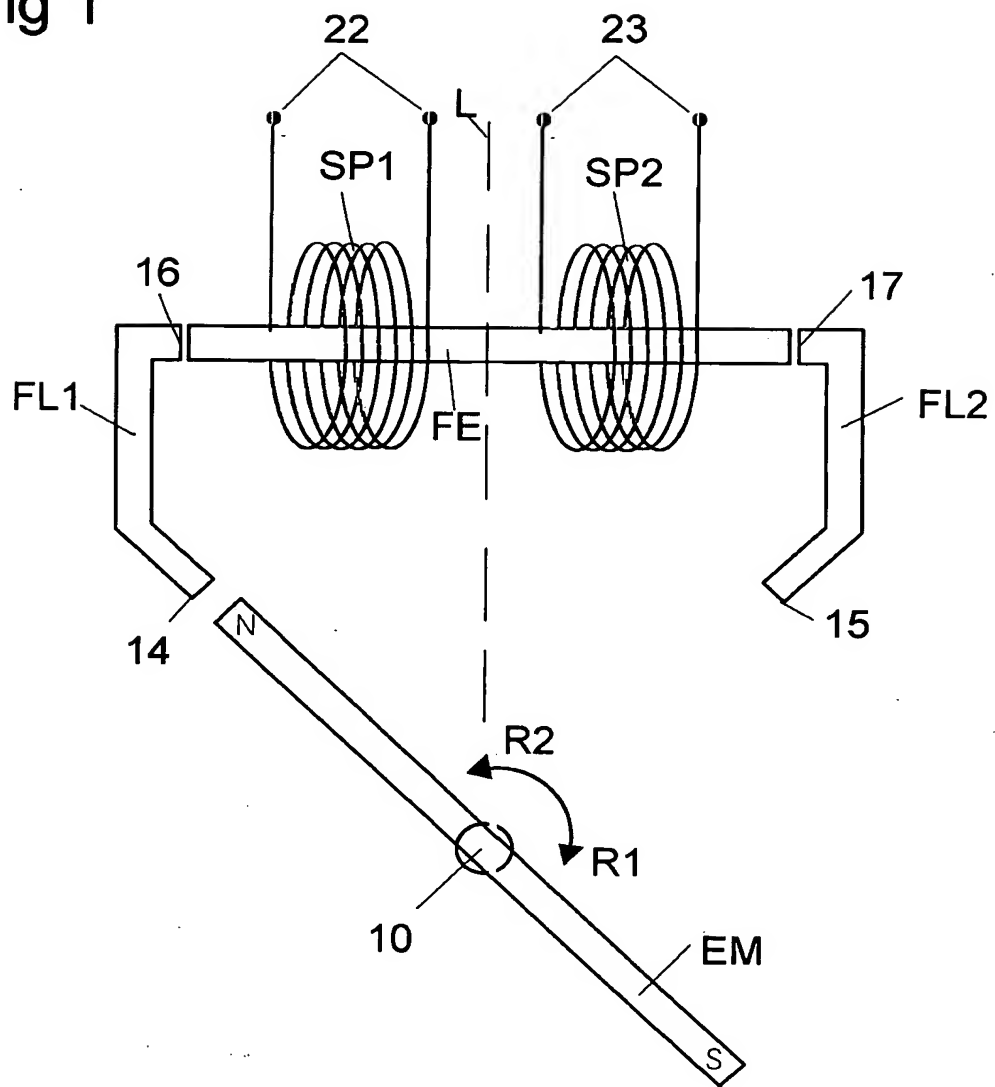


Fig 2

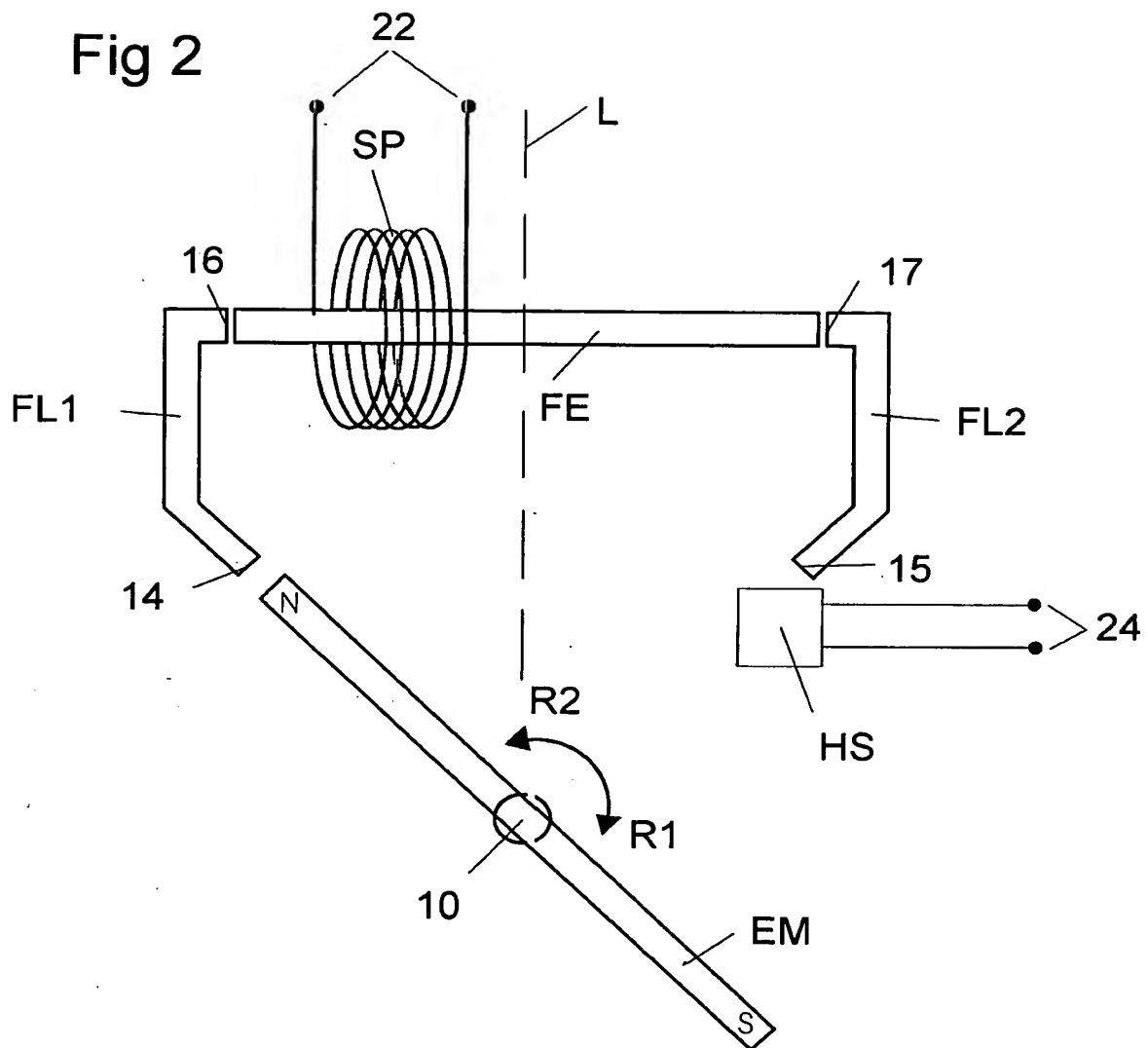


Fig 3

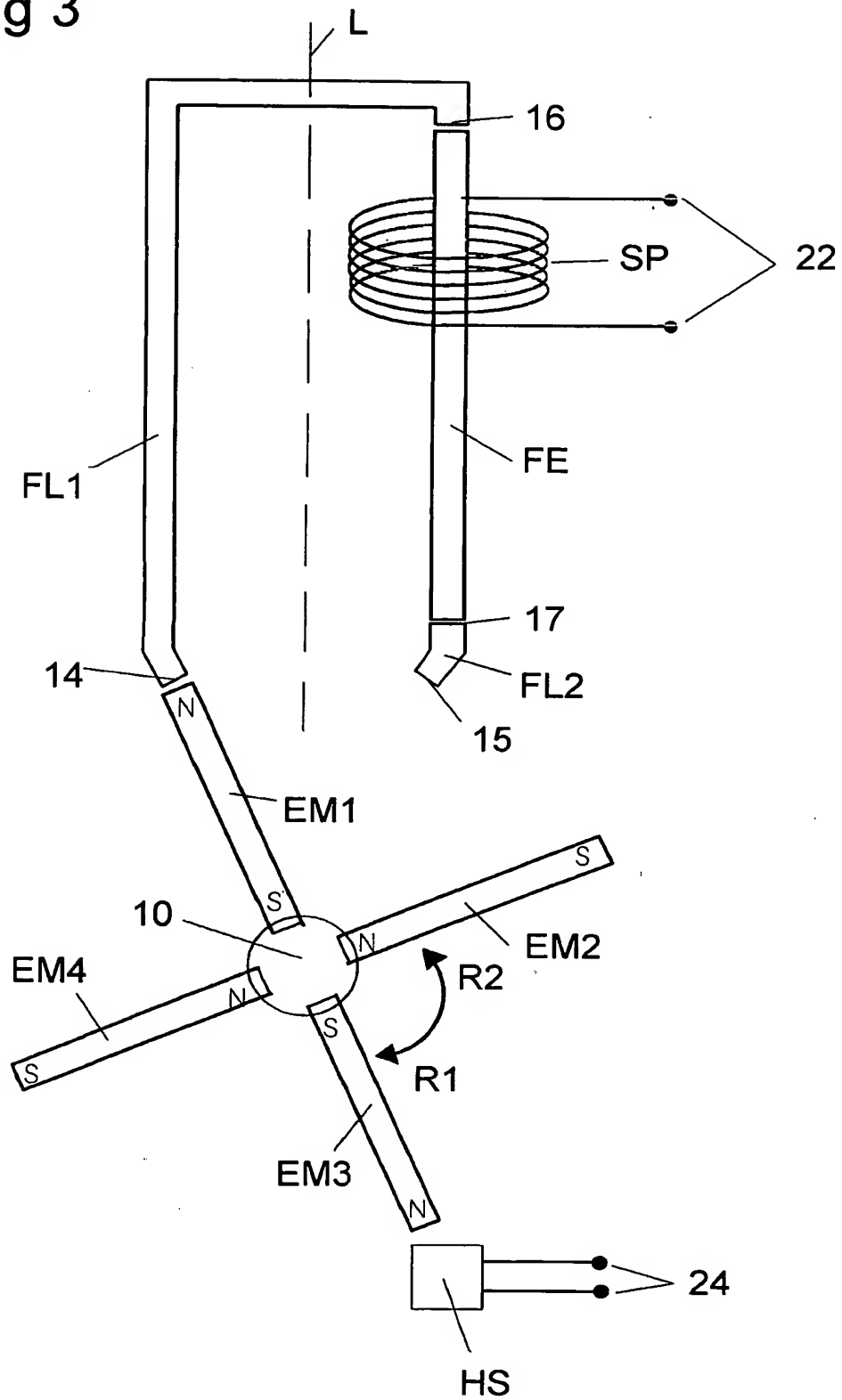


Fig4

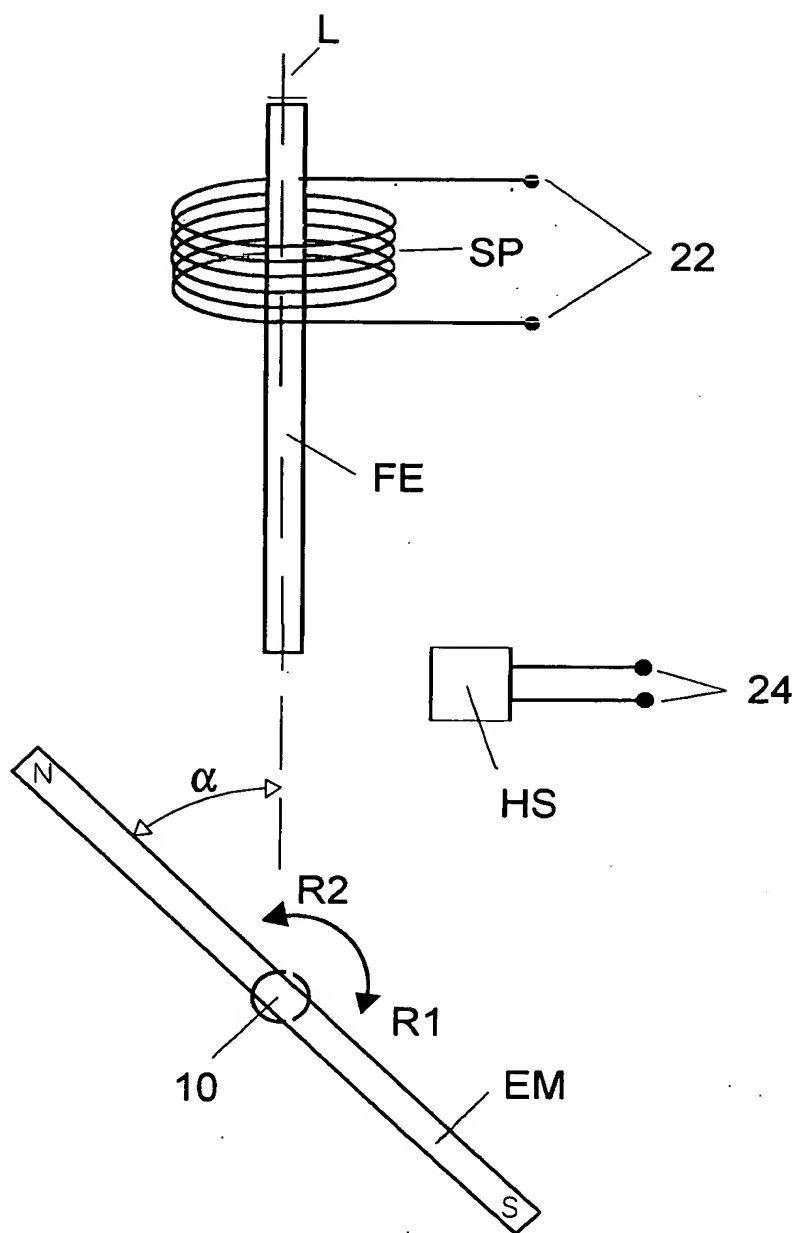


Fig5

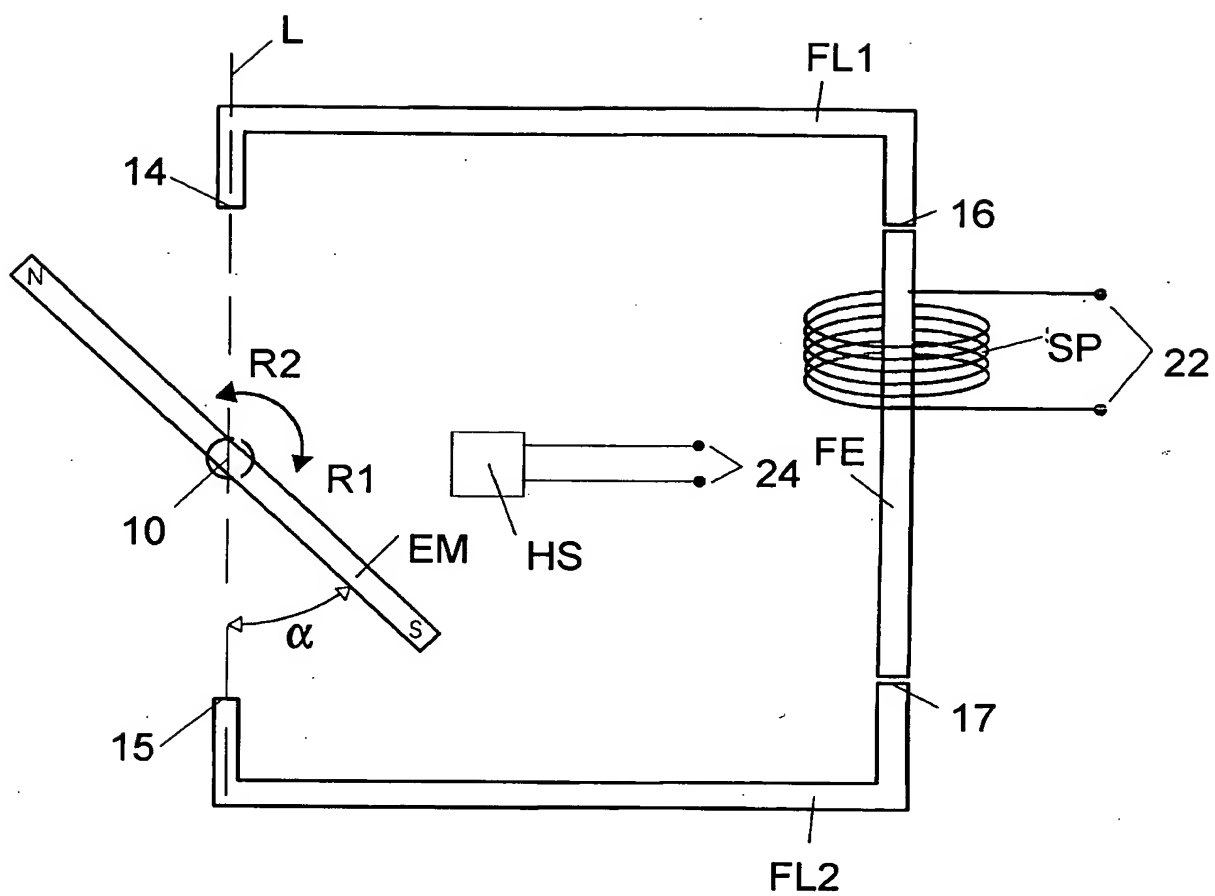


Fig 6

